

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



+197

**Fijación y Almacenamiento de Carbono en Plantaciones
de Palma Aceitera en el Eje de la Carretera Neshuya-
Curimana, Provincia de Padre Abad, Región Ucayali; 2012**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

Bach. Armando Andre Cañari Espinosa

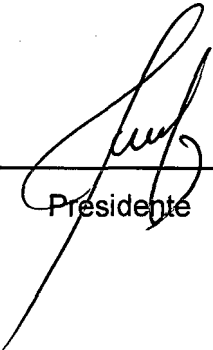
Pucallpa-Perú

2013

ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali Integrada por los siguientes docentes:

Ing. M. Sc. Rubén Manturano Pérez



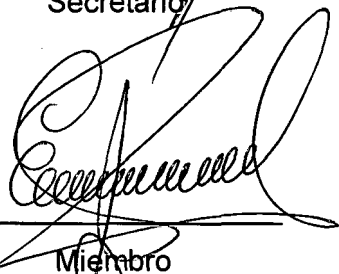
Presidente

Ing. M. Sc. Gabriel Mercado Jáuregui



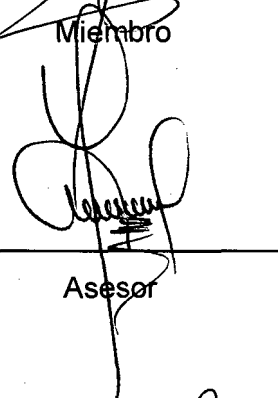
Secretario

Ing. M. Sc. Edwin Poquioma




Miembro

Yuimachi DR. Grober Panduro Pisco



Asesor

Bach. Armando Andre Cañari Espinosa



Tesista

DEDICATORIA

A Dios por guiarme día a día. A mis padres Armando y Amanda por haberme dado la vida y porque gracias a su apoyo incondicional logre concluir mis estudios universitarios. A mi hijo Andre y a mi esposa Milagros, por ser los dos la mayor bendición y el mejor tesoro que poseo.

A mis hermanos, sobrinos, tíos y amigos que se preocuparon y creyeron en mí, y que sepan que los sueños y objetivos en la vida se pueden cumplir.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la institución y personas que han contribuido en la ejecución de la presente tesis:

- A la Universidad Nacional de Ucayali por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, a los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales por su esmerada labor y por transmitirme sus enseñanzas y conocimientos en el transcurso de mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. Grober Panduro Pisco. M. Sc., por sus consejos y constante orientación en el desarrollo de la presente investigación.
- Al Técnico de Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ucayali, señor Juan Huaycama Manihuari, por su constante apoyo en las pruebas de laboratorio que demandaron la presente tesis
- A los propietarios de los cultivos de palma aceitera a la señora María Retis, al señor Aurelio Nuñez y al señor Juan Gastelu, que permitieron la realización de dicha investigación
- A todas las personas que de una u otra forma aportaron en la realización y ejecución del presente trabajo de tesis.

INDICE GENERAL

	Pág.
ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE GENERAL	
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	
LISTA DE FOTOS	xii
RESUMEN	xiii
SUMARY	xiv
INTRODUCCIÓN	1
I. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Descripción de la Palma Aceitera	3
1.1.1 Taxonomía	3
1.1.2 Morfología	3
1.1.2.1 Tronco (Estípite)	3
1.1.2.2 Hojas	5
1.2 Estructura del Agroecosistema de la Palma Aceitera	8
1.2.1 Componentes Bióticos	8
1.2.1.1 Palmera	8
1.2.1.2 Herbácea	9
1.2.1.3 Biomasa Muerta	11
1.2.2 Componentes Abióticos	11
1.2.2.1 Clima	11
1.2.2.2 Suelo	13
1.3 Calentamiento Global y Efecto Invernadero	14
1.4 Protocolo de Kyoto	15
1.5 Biomasa	17
1.6 Carbono	18

1.6.1	Carbono de la biomasa de plantas vivas	21
1.6.2	Carbono de la biomasa de plantas muertas	21
1.6.3	Carbono del suelo	21
1.7	Cultivo de palma aceitera y cambio de uso de suelo en la región Ucayali	23
1.7.1	El cultivo de la palma aceitera en Ucayali	26
II.	METODOLOGÍA	27
2.1	Descripción del área de estudio	27
2.1.1	Ubicación del área de estudio	27
2.1.2	Condiciones Climáticas	29
2.1.3	Zonas de Vida	32
2.1.4	Fisiografía	32
2.1.5	Suelos	32
2.1.6	Accesibilidad	33
2.2	Metodología	34
2.2.1	Método de Investigación	34
2.2.2	Población y Muestra	34
2.2.3	Selección de Sitio	35
2.2.4	Componentes Estudiados	36
2.2.4.1	Variables Independientes	36
2.2.4.2	Variables Dependientes	36
2.2.5	Análisis Estadísticos	36
2.3	Instrumentos de Recolección de Datos	37
2.3.1	Materiales	37
2.3.2	Equipos	37
2.3.4	Herramientas	37
2.4	Procedimiento de Recolección de Datos	38
2.4.1	Evaluación del Carbono en la Biomasa Viva	38
2.4.1.1	Evaluación del Carbono en la biomasa de las hojas	38
2.4.1.2	Evaluación del Carbono en la biomasa del estípite	39
2.4.2	Evaluación del Carbono en la Biomasa Muerta	41
2.4.3	Evaluación del Carbono en el Componente Herbáceo	43

2.4.4 Estimación del Carbono Total	45
2.4.5 Fijación Anual de Carbono	46
2.4.6 Cálculo del Carbono Equivalente	46
2.4.7 Determinación de carbono en el suelo	47
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1 Estimación del Carbono en la Biomasa Viva (hojas + estípite)	48
3.2 Estimación del carbono en la biomasa muerta	51
3.3 Estimación del carbono en el componente herbáceo	53
3.4 Estimación de la Fijación Anual de Carbono (FAC)	54
3.5 Estimación del Carbono Equivalente	56
3.6 Estimación del carbono en el suelo	57
3.7 Carbono Total	59
IV. CONCLUSIONES	61
V. RECOMENDACIONES	62
VI. BIBLIOGRAFÍA	63
VII. ANEXOS	70
ANEXO 7.1 Datos de campo del ancho y alto del raquis de las hojas	70
ANEXO 7.2 Datos de campo de longitud de la circunferencia y altura del estípite	71
ANEXO 7.3 Datos de peso fresco y seco del componente herbáceo	72
ANEXO 7.4 Datos de peso fresco y seco de la biomasa muerta	72
ANEXO 7.5 Datos de Densidad Aparente y % de Carbono en el Suelo	72
ANEXO 7.6 Cálculo de Carbono en la Biomasa Viva (hojas + estípite)	73
ANEXO 7.7 Cálculo de Carbono en el Componente Herbáceo	75
ANEXO 7.8 Cálculo de Carbono en la Biomasa Muerta	75
ANEXO 7.9. Cálculo de Carbono en el Suelo	75
ANEXO 7.10 Resultado de Análisis de las Características Físicas y Químicas del Suelo de los Sectores Evaluados	76
ANEXO 7.11 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA), Prueba de Tukey ($p < 0.05$) de hojas de plantaciones de palma aceitera.	79
ANEXO 7.12 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA), Prueba de Tukey ($p < 0.05$) del estípite de plantaciones de palma aceitera.	81
ANEXO 7.13 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA),	

Prueba de Tukey ($p < 0.05$) de la biomasa viva (hojas + estípites) de plantaciones de palma aceitera.	83
ANEXO 7.14 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA), Prueba de Tukey ($p < 0.05$) en el componente herbáceo de plantaciones de palma aceitera.	85
ANEXO 7.15 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA), Prueba de Tukey ($p < 0.05$) en la biomasa muerta de plantaciones de palma aceitera.	87
ANEXO 7.16 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA), Prueba de Tukey ($p < 0.05$) en el suelo (profundidad de 0-15 cm) de plantaciones de palma aceitera.	89
ANEXO 7.17 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA), Prueba de Tukey ($p < 0.05$) en el suelo (profundidad de 15-30 cm) de plantaciones de palma aceitera.	91
ANEXO 7.18 Análisis de Medias, Análisis de Varianza con un factor (ANOVA), Prueba de Tukey ($p < 0.05$) en el suelo (profundidad de 0-30 cm) de plantaciones de palma aceitera.	93
ANEXO 7.19 Mapa de Ubicación de las Parcelas en Evaluación	95
VIII. ICONOGRAFÍA	95
8.1 Fase de Campo	95
8.2 Fase de Laboratorio	99

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Cuatro reservorios de carbono de PICC	23
Cuadro N° 02: Reservas de Carbono (tC/ha) en la biomasa aérea y del suelo en diferentes SUT en Pucallpa, Perú.	20
Cuadro N° 03: Resumen de los impactos por actividades humanas en la Región Ucayali	24
Cuadro N° 04: Cultivos agrícolas según importancia económica	25
Cuadro N° 05: Población de Palma Aceitera en la región Ucayali	26
Cuadro N° 06: Sitio de Evaluación N° 1-Sector Monte de los Olivos	27
Cuadro N° 07: Sitio de Evaluación N° 2-Sector Villa Mercedes	27
Cuadro N° 08: Sitio de Evaluación N° 3-Sector Maronal	28
Cuadro N° 09: Datos Climáticos de Temperatura, Precipitación, Humedad Relativa de la Estación Meteorológica Las Palmeras de Ucayali (Registro: 2000-2010)	29
Cuadro N° 10: Carbono almacenado en las hojas (tC/ha)	48
Cuadro N° 11: Carbono almacenado en la biomasa muerta (tC/ha)	52
Cuadro N° 12: Carbono almacenado en la herbácea (tC/ha)	53
Cuadro N° 13: Fijación Anual de Carbono (tC/ha/año)	54
Cuadro N° 14: Carbono Equivalente (tCO ₂ /ha/año)	56
Cuadro N° 15: Carbono almacenado en el suelo (tC/ha)	57
Cuadro N° 16: Carbono almacenado y fijado total (Carbono aéreo total + carbono en el suelo) tC/ha	59

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01:	Gráfico de la tasa de elevación del tronco de la palma aceitera 4
Figura 02:	Estípites de Palma Aceitera 4
Figura 03:	Esquema de una Hoja de Palma 5
Figura 04:	Gráfico de barra de número de hojas por palma aceitera de acuerdo a la edad en años 6
Figura 05:	Filotaxia de la palma aceitera. 6
Figura 06:	Filotaxis a la Izquierda y Numeración de las Hojas de Palma 7
Figura 07:	Filotaxis a la Derecha y Numeración de las Hojas de Palma 7
Figura 08:	Cultivo de Palma Aceitera 8
Figura 09:	Kudzu tropical bajo sombra en cultivos de palma aceitera 10
Figura 10:	Biomasa muerta de cultivos de palma aceitera 11
Figura 11:	Reservorios terrestres de carbono 20
Figura 12:	Cambios de uso de la tierra dominantes en la región Ucayali 25
Figura 13:	Mapa de Ubicación de las Parcelas en Evaluación 28
Figura 14:	Temperatura Máxima, Media y Mínima (°C). Estación Meteorológica Las Palmeras de Ucayali (Registro: 2000-2010) 30
Figura 15:	Precipitación (mm). Estación Meteorológica Las Palmeras de Ucayali (Registro: 2000-2010) 31
Figura 16:	Humedad Relativa (%). Estación Meteorológica Las Palmeras de Ucayali (Registro: 2000-2010) 31
Figura 17:	Esquema de la parcela de muestreo 35
Figura 18:	Corte transversal de la hoja 17 en la inserción del raquis con el peciolo 38
Figura 19:	Arreglo de 143 plantas en una hectárea de plantaciones de palma aceitera 43
Figura 20:	Área que ocupa el componente herbáceo en una plantación de palma aceitera 45
Figura 21:	Distribución en barras y cajas del carbono almacenado en las hojas (tC/ha) 49
Figura 22:	Distribución en barras y cajas del carbono almacenado en el estípite (tC/ha) 49
Figura 23:	Distribución en barras y cajas del carbono almacenado la 49

biomasa viva total (tC/ha)

Figura 24:	Distribución de carbono almacenado la biomasa muerta (tC/ha)	52
Figura 25:	Distribución en barras del carbono almacenado en el componente herbáceo (tC/ha)	54
Figura 26:	Distribución en barras de la Fijación Anual de Carbono (tC/ha/año)	55
Figura 27:	Distribución en barras del Carbono Equivalente (tCO ₂ /ha/año)	56
Figura 28:	Distribución en barras del carbono almacenado en el suelo a profundidades de 0-15cm y 15-30cm (tC/ha)	58
Figura 29:	Distribución en barras del Carbono Total (tC/ha).	60
Figura 30:	Distribución Porcentual del carbono evaluado de los componentes de estudio (%)	60

LISTA DE FOTOS

		Pág.
Fotografía N° 01:	Marcaje y codificación de plantas de palma aceitera evaluadas.	95
Fotografía N° 02:	Identificación y corte de la hoja N° 17.	95
Fotografía N° 03:	Corte Transversal del raquis en el punto de inserción con el peciolo	95
Fotografía N° 04:	Medición del alto y ancho del corte transversal	95
Fotografía N° 05:	Medición de longitud de circunferencia del estípite	96
Fotografía N° 06:	Medición de la altura del estípite	96
Fotografía N° 07:	Marco cuadrado de 0.25 m ²	96
Fotografía N° 08:	Recolección de muestras de herbácea dentro del marco cuadrado	96
Fotografía N° 09 y 10	Medición del largo y ancho de un montículo de biomasa muerta	97
Fotografía N° 11 y 12	Recolección y pesado de las muestras de biomasa Muerta	97
Fotografía N° 13:	Identificación para recolección de muestras de suelo, de acuerdo al modelo elaborado	98
Fotografía N° 14:	Recolección de muestra de suelo con barreno para determinación de % de carbono a dos profundidades de 0-15 cm y 15-30 cm	98
Fotografía N° 15 y 16	Recolección de muestras de suelo (a dos profundidades 0-15 cm y 15-30 cm) para determinación de densidad a aparente	99
Fotografía N° 17:	Pesado de la materia fresca de la Herbácea	99
Fotografía N° 18:	Pesado de 50 gr de la materia fresca de la herbácea	99
Fotografía N° 19:	Herbácea y biomasa muerta en la estufa (60°C) para obtener peso seco	100
Fotografía N° 20:	Muestras de suelo para determinar % de carbono	100
Fotografía N° 21:	Muestras de suelo para determinar densidad aparente	100
Fotografía N° 22:	Muestras de suelo en estufa (105°C) para obtener peso seco, para determinar densidad aparente.	100
Fotografía N° 23:	Secado de muestras de suelo a T° ambiente.	101
Fotografía N° 24:	Molido de muestras de suelo para determinar %C	101
Fotografía N° 25 y 26:	Tamizado de muestras de suelo para determinar %C	101

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue de cuantificar el potencial de fijación y almacenamiento de carbono en plantaciones de palma aceitera con el fin de generar información técnica científica, que sirvan como base para la elaboración de proyectos de pagos por servicios ambientales de créditos de carbono. Para ello se evaluaron plantaciones de palma aceitera de 10 años de edad, que estuvieron situados en el eje de la Carretera Neshuya-Curimana, a la altura del Km 60 de la Carretera Federico Basadre, en los sectores Monte de los Olivos, Villa Mercedes, Maronal; ubicados en los distritos de Curimana e Irazola, Provincia de Padre Abad, Región Ucayali. La zona de vida del estudio es un Bosque Húmedo Tropical que se encuentra por debajo de los 200 msnm. La Estación Meteorológica Las Palmeras de Ucayali", reporta para la zona una temperatura media anual de 25,5 °C, media máxima de 34,2 °C y media mínima de 18,4 °C, precipitación total anual promedio de 2 087,3 mm, y humedad relativa promedio de 80.6%. En la investigación se evaluó la biomasa viva a través de muestreo no destructivo de 60 plantas de palma aceitera (estípite + hojas). Para medir la biomasa muerta y herbácea se establecieron cuadrantes (0.5m x 0.5m). Para determinar el carbono orgánico en el suelo, se colectaron muestras a dos profundidades de 0-15 cm y 15-30 cm. Las plantaciones de palma aceitera de 10 años, almacenaron un contenido de carbono total de 74.19 tC/ha, siendo el suelo el componente que mayor carbono almacenó con 43.66 tC/ha que representa el 55.85% del total, seguido de la biomasa viva (hojas + estípite) que alcanzó un promedio de 22.30 tC/ha (30.06%); el resto quedó almacenado en la biomasa muerta con un valor de 7.47 tC/ha (10.07%) y herbácea con 0.76 tC/ha (1.02%). El flujo del carbono obtenido en el estudio tuvo un valor de 3.05 tC/ha/año, y en consecuencia capturó un promedio por año de dióxido de carbono de 11.20 tCO₂/ha/año.

Palabras Claves: fijación de carbono, almacenamiento carbono, muestreo no destructivo, pagos por servicios ambientales, captura de CO₂

SUMMARY

The aim of the research was to quantify the potential for carbon sequestration and storage in oil palm plantations to generate scientific technical information, and as a basis for the development of projects for environmental service payments for carbon credits. We evaluated oil palm plantations 10 years of age, who were located on the mute otHighway Neshuya-Curimana at the Km 60 of the Carretera Federico Basadre in sectors Olivet, Villa Mercedes, Maronal; located in the districts of Curimana and Irazaola, Padre Abad province, Ucayali region. The life of the study area is a tropical rain forest that lies below 200 meters, according to the weather station of Ucayali Las Palmeras "for the area reported an average annual temperature of 25.5 ° C, with a maximum average of 34.2 ° C and average minimum of 18.4 ° C, with an average annual precipitation of 087.3 mm 2, and an average relative humidity of 80.6%. The research evaluated the living biomass through non-destructive sampling of 60 plants oil palm (stipe + leaves), dead biomass and herbaceous settled quadrants (0.5mx 0.5m) for quantification, to determine the Soil organic carbon, samples were collected at two depths of 0-15 cm and 15-30 cm. Oil palm plantations for 10 years, stored a total carbon content of 74.19 tC / ha, the soil being the most carbon stored component with 43.66 tC / ha representing 55.85% of the total, followed by living biomass (leaves + stipe) that averaged 22.30 tC / ha (30.06%), the rest was stored in biomass with a value of 7.47 tC / ha (10.07%) and herbaceous with a carbon number of 0.76 tC / ha (1.02%). The carbon flux obtained in the study had a value of 3.05 tC / ha / yr, and thus captured an average per year of carbon dioxide of 11.20 tCO₂/ha/año.

Keywords: carbon sequestration, carbon storage, non-destructive sampling, CO₂ capture.